

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნინო გოზალიშვილი

ელექტროენერგიის ხარისხისა და რეაქტიული სიმძლავრის
გავლენა საწარმოების ეკონომიკურ მაჩვენებელზე

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2014 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის
ელექტროენერგეტიკის დეპარტამენტის
სათბობ-ენერგეტიკული დარგების მენეჯმენტის მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ლალი ბოჭორიშვილი - პროფესორი

რეცენზენტები: პროფესორი - გოდერძი ტყეშელაშვილი
პროფესორი - თენგიზ მუსელიანი

დაცვა შედგება: 2014 წლის "5" ივლისს, 14⁰⁰ საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და
ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს
კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი VIII, აუდიტორია 123
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა – სტუ-ს ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი -----

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა. ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებისათვის და მოსახლეობის ცხოვრების ნორმალური პირობების შესაქმნელად ელექტროენერგიის წარმოება/მოხმარება დღემდე ითვლება ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პირობად.

ელექტროენერგეტიკის საწარმოთა წარმატებით მუშაობისათვის გასათვალისწინებელია, რომ ქსელში არსებული რეაქტიული სიმძლავრე მნიშვნელოვნად განაპირობებს ელექტროენერგიის დამატებით დანაკარგებს და ელექტროენერგიის ტექნიკური პარამეტრების (ძაბვა, სიხშირე, გამტარუნარიანობა) არასტაბილურობას. შედეგად მოხდება ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლების ნორმიდან გადახრა და ელექტროენერგიის გადახარჯვა. ელექტროენერგიის გაზრდილი დანაკარგები ამცირებს ელექტროდანადგარების მუშაობის იმედიანობას, იწვევს ტექნოლოგიური პროცესების რღვევას და უარყოფითად მოქმედებს პროდუქციის გამოშვებაზე.

მიუხედავად იმისა რომ რეაქტიული სიმძლავრის არსებობასთან დაკავშირებული პრობლემები აღიარებული საკითხია, დღესდღეისობით საქართველოში საწარმოებს შორის არ არის ჩამოყალიბებული რეაქტიული ენერგიის (სიმძლავრის) მოხმარების სათანადო საკანონმდებლო რეგულირების მეთოდოლოგია.

საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სექტორის რეგიონალურ ბაზარში ინტეგრაციისათვის, რაც გულისხმობს ენერგეტიკის წინმსწრები ტემპებით განვითარებას და ელექტროენერგიის ექსპორტისა და იმპორტის ინფრასტრუქტურის გაფართოებას, რისთვისაც აუცილებელია საიმედო და ეფექტური ელექტროსისტემის ჩამოყალიბება და მეზობელი ქვეყნების ელექტროსისტემებთან პარალელურ რეჟიმში მუდმივი ფუნქციონირება.

წარმოდგენილი სამუშაო დაკავშირებულია არანაკლებ მნიშვნელოვან ენერგოეკონომიკურ პრობლემასთან. კერძოდ, საკითხი ეხება მსოფლიოს ეკონომიკაში ინტეგრაციას, იმის გათვალისწინებით რომ ბევრ

განვითარებულ ქვეყანაში მოწესრიგებულია ელექტროენერგიის ხარისხისა და რეაქტიული სიმძლავრის მართვის საკითხები, საქართველოს უწევს მოაწესრიგოს ეს პრობლემა, რათა გახდეს საიმედო მოკავშირე ელექტროენერგიის ექსპორტ-იმპორტის საკითხში, რაც, ცხადია, რეაქტიული სიმძლავრის მოწესრიგებულ მართვასა და მუდმივ ზედამხედველობას მოითხოვს.

ბოლო წლებში ელექტროენერგეტიკულ სექტორში განხორციელებული სტრუქტურული რეფორმებისა და რეაბილიტაციის პროექტების შედეგად მოდერნიზაცია ჩაუტარდა ელექტროენერგიის აღრიცხვის საშუალებებს. ამჟამად აღრიცხვას ექვემდებარება ელექტროენერგიის ყველა ტექნიკური პარამეტრი, მათ შორის რეაქტიული სიმძლავრე. ელექტროსისტემაში „აღუა ცენტრის“ მასობრივი დანერგვა, კომერციული დანაკარგების შემცირების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ღონისძიებად ითვლება და იძლევა შესაძლებლობას მაქსიმალური სიზუსტით და ავტომატურად, მოხდეს ქსელის პარამეტრების (ძაბვის, დენის, სიხშირის) გაზომვა. ასევე აღირიცხოს ქვეყნაში წარმოებული/გადაცემული/განაწილებული და მოხმარებული როგორც აქტიური, ასევე რეაქტიული ენერგია.

კვლევის მიზანი. ამ ეტაპზე შეიქმნა აღრიცხვის ტექნიკური შესაძლებლობა, გადადგმულია რიგი ნაბიჯები სამართლებრივი საფუძვლების მოწესრიგებისათვის. მაგალითად, მიღებული იქნა „ქსელის წესების“ შესახებ დადგენილება, ასევე დადგინდა ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლების ნორმატივები და ა.შ. მაგრამ არც ერთი მათგანი არ ითვალისწინებს რეაქტიული სიმძლავრის რეგულირების სფეროს. შესაბამისად არსებულ საკანონმდებლო ბაზაში მიზანშეწონილია მოხდეს ცვლილება, რათა ეს საკითხი იყოს მოქცეული სამართლებრივ ჩარჩოში. არსებული მდგომარეობის მიხედვით, მომხმარებელს ყოველთვის შეუძლია, სავსებით სამართლიანად, უარი თქვას ელექტრომომარაგებულ

ორგანიზაციის წინადადებებზე აუნაზღაუროს დანაკარგი, რომელიც გამოწვეულია რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემით.

იმისათვის რომ შეგვემცირებინა გადამცემი საწარმოსათვის რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემით მიღებული უარყოფითი გავლენა, ავირჩიეთ არა საყოველთაოდ მიღებული ტექნიკური გზა (საკომპენსაციო დანადგარების გამოყენება), არამედ ამ პრობლემის გადასაჭრელად მივმართეთ და განვიხილეთ მისი ორგანიზაციულ-სამართლებრივი მიმართულება.

ამ მიზნით დისერტაციაში განხილულია და შემოთავაზებულია მოქმედ გადაცემის ტარიფზე მაკორექტირებელი კოეფიციენტი, ასევე აღნიშნული კოეფიციენტის გამოთვლის მათემატიკური მოდელი, რომელიც შედგენილია თანამედროვე ინტეგრირების პრინციპით.

რეაქტიული სიმძლავრის გავლენა საწარმოს ეკონომიკურ მაჩვენებელზე განხილულია იმ მიდგომით, რომ რეაქტიული სიმძლავრე აქტიური სიმძლავრის მიმართ წარმოადგენს - თანმდევ პროდუქტს. ამ სიმძლავრის გადაცემით მიღებული შემოსავალი აღიარებული იქნება, როგორც საწარმოს წმინდა შემოსავალი თანმდევი პროდუქტიდან.

დისერტაციაში დასმული ძირითადი მიზნის რეალიზაციისათვის აღნიშნულ საკითხთან დამოკიდებულებაში: თეორიულად მიმოვიხილეთ ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლები, შევისწავლეთ რეაქტიული ენერგიის არსი, ასევე, ევროპისა და დსთ-ს ქვეყნების გამოცდილება რეაქტიულ სიმძლავრის გავლენით გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტები. ქართული რეალობის პირობებში შევაფასეთ გადაცემული რეაქტიული ენერგიის (სიმძლავრის) მოცულობა, ამ ყველაფრის საფუძველზე შევიმუშავეთ გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტი, გადაცემის ქსელის კრიტიკულ წერტილებზე, იქ, სადაც სიმძლავრის კოეფიციენტი დასაშვებ ზღვარზე მაღალია. შემდგომ მაკორექტირებელი კოეფიციენტის ინტეგრირება

მოვახდინეთ თანამედროვე მიდგომებთან, მათემატიკური ავტომატური ანგარიშის გზით.

აღნიშნული პრობლემის გადასაწყვეტად ანალიზი ჩატარეთ 2012 წლის სეზონური თვეების მიხედვით, წლიური სრული სურათის შესაქმნელად შემდეგი თანმიმდევრობით:

- საქართველოს ელექტროსისტემაში გადაცემა/განაწილების საწარმოებს შორის რეაქტიული სიმძლავრის შესაფასებლად შევისწავლეთ გადამცემი კომპანიის მაღალი ძაბვის 17 სტრატეგიულ ქვესადგურს შორის 12 ქვესადგურის ქვეაბონენტებზე სიმძლავრის ფაქტიური კოეფიციენტები;
- ხოლო 2013-2014 წლის სამი თვის მონაცემებით წარმოდგენა შეიქმნა გადამცემი საწარმოს მიერ სრულად გადაცემულ ელექტროენერგიის მოცულებაზე და რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტზე.

ნაშრომის ძირითადი მეცნიერული სიახლეები:

- მოვახდინეთ გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის განსაზღვრა იმ კრიტიკულ წერტილებში, სადაც ტფ -ის მნიშვნელობა ზღვრულზე მაღალია.
- საბოლოოდ ვიანგარიშეთ საშუალო ტარიფი.
- შევიმუშავეთ მაკორექტირებელი კოეფიციენტის ალგორითმული პროგრამა, რომელიც ავტომატურად მოახდენს მის ანგარიშსა და საშუალო ტარიფის ანალიზს საწარმოების შესაბამისად. ეს პროგრამა არის ინტეგრირებული მოდელი თანამედროვე პირობებთან.

ეს ყველაფერი გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ მიღებული იქნეს საჭირო ნორმატიული დოკუმენტი, რომელიც ასახავს მაკორექტირებელი კოეფიციენტის მნიშვნელობას. ეს იქნება ერთი მხრივ, აქტიური ენერგიის გადაცემისას თანმდები რეაქტიული ენერგიის გადაცემით გამოწვეული ზარალის საჯარიმო სანქცია (რომელიც წარმოადგენს დანაკარგებიდან შემოსავალს), ხოლო მეორე მხრივ, იქნება „მასტიმულირებელი“ გამანაწილებელი ქსელისთვის, რათა მომხმარებლებთან დააყენოს მაკომპენსირებელი მოწყობილობა, ქსელში რეაქტიული სიმძლავრის შემცირების მიზნით.

დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა.

სადისერტაციო ნაშრომი შეიცავს 139 გვერდს. შედგება შესავლის, ლიტერატურის მიმოხლვის, შედეგების განსჯისა და დასკვნისგან.

კვლევის დასახულმა მიზანმა, ამოცანებმა და პრობლემების გადაწყვეტის ლოგიკამ განაპირობა სადისერტაციო ნაშრომის შემდეგი სტრუქტურა:

შინაარსი

1. ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლების და რეაქტიული სიმძლავრის გავლენა ელექტროქსელის ტექნიკურ პარამეტრებზე;
2. რეაქტიული სიმძლავრე;
 - 2.1 რეაქტიული სიმძლავრის წყარო და პოტენციური მომხმარებლები;
 - 2.2 რეაქტიული სიმძლავრით გამოწვეული დანაკარგები;
 - 2.3 სამართლებრივი და ეკონომიკური ურთიერთობები;
3. რეაქტიული სიმძლავრით წარმოქმნილი ეკონომიკური ზარალის კომპენსაცია;
 - 3.1 ევროპულ ქვეყნების გამოცდილება;
 - 3.2 დსთ-ს ქვეყნების გამოცდილება;
4. რეაქტიული სიმძლავრე საქართველოს ენერგოსისტემაში;

- 4.1 რეაქტიული სიმძლავრის შეფასება;
 - 4.2 გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის განსაზღვრა;
 - 4.3 რეაქტიული სიმძლავრის გაღენა საწარმოს ეკონომიკურ მაჩვენებელზე;
 - 4.4 რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის მიდგომების ეკონომიკური შედარება;
 - 5. მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გამოყენების პროგრამული უზრუნველყოფა;
 - 6. დასკვნა;
- გამოყენებული ლიტერატურა;
- დანართი

ნაშრომის მოკლე შინაარსი

შესავალში დასაბუთებულია საკვლევი თემის აქტუალობა. გადმოცემულია კვლევის მიზანი, ამოცანები, ჩამოყალიბებულია თეორიულ-მეთოდოლოგიური საფუძვლები და ინფორმაციული ბაზა. ნაჩვენებია ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა და სიახლეები.

პირველ თავში, ლიტერატურის მიმოხილვაში, ნაჩვენებია სადისერტაციო თემასთან დაკავშირებული საკვანძო საკითხები. კერძოდ:

ელექტროენერგიის თავისებურება, რომ მისი ხარისხი დამოკიდებულია არა მარტო ელექტროენერგიის მიმწოდებელზე, არამედ თვით მომხმარებელზე. მაგალითად, ელექტროენერგიის მიმწოდებელზე დამოკიდებულია ელექტროენერგიის ხარისხის ისეთი მაჩვენებლები, როგორიცაა ელექტრული დენის, სიხშირე და ძაბვა.

ტექნიკური და ეკონომიკური თვალსაზრისით ელექტრომომხმარებელთა მუშაობა მიზანშეწონილია შესაბამისი ნომინალური ძაბვის, დენის და სიხშირის პირობებში (U_n ; I_n ; f_n).

ელექტროტექნიკის განვითარების პირველ ეტაპზე ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლად განიხილებოდა სიხშირე ქსელში და ძაბვის დონე ქსელის კვანძებში. მას შემდეგ, რაც ელექტრომომხმარებელთა შორის გაჩნდა არასიმეტრიული, არასინუსოიდალური და მკვეთრად ცვალებადი დანადგარები მაგალითად, ელექტროფიცირებული რკინიგზა, ელექტროენერგიის ხარისხის შეფასებისას მხედველობაში მიიღება დამატებითი მაჩვენებლები. კერძოდ: ძაბვათა სამფაზა სისტემის არასიმეტრიულობა, ძაბვის არასინუსოიდულობა და ძაბვისა და სიხშირის რხევა.

დამყარებული რეჟიმის დროის მოცემულ მომენტში მთლიანად სისტემაში სიხშირე ერთნაირია, რადგანაც იგი განისაზღვრება სინქრონულად მბრუნავი გენერატორების ბრუნვათა სიხშირით. აქედან გამომდინარე, სიხშირე ელექტროენერგიის ხარისხის საერთო სასისტემო მაჩვენებელია. ძაბვა კი ქსელის სხვადასხვა წერტილში ზოგადად სხვადასხვაა და აქედან გამომდინარე, იგი უფრო ადგილობრივი კერძო ხასიათის მაჩვენებელია.

ელექტროენერგიის ხარისხის ყველა მაჩვენებლებიდან განსაკუთრებით დიდ ზარალს იწვევს ძაბვის სიდიდის გადახრები.

ძაბვის სიდიდის დასაშვებ ზღვრებში შესანარჩუნებლად გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები.

ელექტროენერგიის გამომუშავებისას გარდაქმნისას და განაწილებისას ხდება სინუსოიდური დენებისა და ძაბვების დამახინჯება. ამ დამახინჯების წყროს წარმოადგენს:

1. ქვესადგურების მკვებავი სინქრონული გენერატორები, ძაღოვანი ტრანსფორმატორები, რომლებიც მუშაობენ გულანაში მაგნიტური ინდუქციის გაზრდილი სიდიდისას (გამომყვანებზე ძაბვის გაზრდილი მნიშვნელობისას).

2. გარდამსახი მოწყობილობები, რომლებიც გარდაქმნიან ცვლად დენს მუდმივ დენად და ელექტროენერგიის მომხმარებლები ხაზოვანი არასწორ ვოლტ-ამპერული მახასიათებლით.

გამანაწილებელ ქსელში საწარმოთა ელექტრომიმღებების უდიდესი ნაწილი მოიხმარს, აქტიურ სიმძლავრესთან ერთად, რეაქტიულ სიმძლავრეს. ამჟამად რეაქტიული სიმძლავრის მოხმარების ზრდა წინ უსწრებს აქტიური სიმძლავრის ზრდას. შესაბამისად გაზრდილ აქტიური სიმძლავრის გადაცემას - გაზრდილი რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემა.

თანამედროვე პირობებში კომუნალური საყოფაცხოვრებო ტექნიკის დატვირთვის ხასიათი კარდინალურად შეიცვალა. ახალი ტიპის ელექტრომიმღებების (მიკროტალღური ღუმელები, სტაბილიზატორები, ინვენტორები, UPS-ები, კონდენსატორები, საყინულეები, მაცივრები, კონდიციონერები, კლიმატ-კონტროლები, პერსონალური კომპიუტერები და სხვა) ფართოდ გამოყენების შედეგად აღნიშნული ხელსაწყოები ქსელიდან, გარდა აქტიური სიმძლავრისა, მოითხოვენ მნიშვნელოვანი სიდიდის რეაქტიულ სიმძლავრეს.

ცვლადი დენის წრედში ელექტრომაგნიტური ენერგიის სხვა სახის ენერგიად გარდაქმნასთან ერთად ადგილი აქვს ელექტრულ და მაგნიტურ ველებში მომარაგებული ენერგიის ცვლილების პერიოდულ პროცესს.

აქტიური სიმძლავრე სავსებით გამოსახავს ტექნოლოგიური პროცესის ენერგეტიკულ მხარეს. ამასთან ქსელის ძირითადი ელემენტების პარამეტრების არჩევა ხდება სრული სიმძლავრის ანუ სრული დენის მიხედვით. აქტიური სიმძლავრე (P) განსაზღვრავს ენერგიის რაოდენობას, რომელიც წარმოიქმნება ელექტრული დენის წყაროთი ან მოიხმარება ელექტრომიმღებით ენერგიის სხვა სახეში გარდაქმნით.

რეაქტიული სიმძლავრე (Q) კი არ გარდაიქმნება სხვა სახის ენერგიად. ანუ გენერატორის და რეაქტიული წინაღობის წრედს შორის ხდება რეაქტიული სიმძლავრის პერიოდული გაცვლა ენერგიის გარდაუქმნელად სხვა სახეებად. ამის გამო რეაქტიული სიმძლავრის წარმოქმნა არ მოითხოვს გენერატორის პირველადი ძრავების სიმძლავრის ხარჯს. უკანასკნელმა უნდა დაფაროს აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები,

გახურებაზე გამოწვეული რეაქტიული სიმძლავრის გადინებით წრედის აქტიურ წინაღობაში.

რეაქტიული დენი ზღუდავს ქსელში დენის გატარების სიდიდეს, რადგან რეაქტიული დენის გატარებით იხარჯება აქტიური ენერგიის გარკვეული ნაწილი, სიმძლავრის დანაკარგები.

შესაბამისად რეაქტიული სიმძლავრე დიდ გავლენას ახდენს ძაბვის რეჟიმზე, ქსელში ძაბვის სიდიდის ვარდნა იწვევს ელექტროენერგიის დიდ დანაკარგებს, ასევე ხაზებისა და ტრანსფორმატორების გამტარუნარიანობის შეზრუდვას.

რეაქტიული სიმძლავრე იწვევს ქსელში დენის ძალის გადიდებას, რომელიც საბოლოო ჯამში დაკავშირებულია სხვადასხვა სახის ნეგატიურ მოვლენებთან:

1. *სითბოს ზრდა* - რეაქტიული სიმძლავრის გატარებით განპირობებულ დენის გაზრდის შედეგად გამტარში მნიშვნელოვნად იზრდება გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, რაც იწვევს დანაკარგებს. ელექტროენერგიის დანაკარგი ქსელში მით მეტია, რაც უფრო დაბალია სიმძლავრის კოეფიციენტი $\cos \varphi$ ან მაღალია $\tan \varphi$ - რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტი.

2. *სადენის კვეთის გადიდება* - რეაქტიული სიმძლავრით გამოწვეული დანაკარგების შემცირება შესაძლებელია დენგამტარი ქსელის კვეთის გადიდებით, რაც იმით აიხსნება, რომ ქსელში რეაქტიული სიმძლავრის გატარებით სიმძლავრის კოეფიციენტი $\cos \varphi=1$ -დან $\cos \varphi=0,8$ -მდე მცირდება, რასაც თან ახლავს ელექტროენერგიის დანაკარგის $\frac{1}{0,8^2}=1,56$ ჯერ გადიდება, რომლის გამოსწორება კი დენგამტარი სადენის კვეთის გადიდებითაა შესაძლებელი, თუმცა ეს იწვევს გამტარის წონის მეკეთრ ზრდას და შედეგად ელექტრო ქსელის ღირებულების გაძვირებას.

3. *გამტარუნარიანობის შეზღუდვა* - ელექტროქსელში რეაქტიული სიმძლავრის ჭარბი ცირკულაცია მნიშვნელოვნად

ზღუდავს ქსელის გამტარუნარიანობას. შეზღუდვის სიდიდე დამოკიდებულია სიმძლავრის კოეფიციენტის ცვალებადობაზე.

4. *დადგმული სიმძლავრის გამოყენება* - ელექტროსისტემაში, თუ რეაქტიული სიმძლავრის გენერაცია ელექტროსადგურების გენერატორებში ხორციელდება, (როგორც ამჟამად საქართველოშია) საგრძნობლად მცირდება დადგმული სიმძლავრის გამოყენების პოტენციალი, ვინაიდან რეაქტიული სიმძლავრე ზღუდავს აქტიური სიმძლავრის წარმოებას (გენერატორის გადახურება) რაც ეკონომიკურად წამგებიანია.

5. *ძაბვის დღე-ღამური რყევა* - რეაქტიული სიმძლავრე ხშირ შემთხვევაში განაპირობებს გადაცემის ქსელში ძაბვის დღეღამურ რყევებს. თუ ძაბვის რყევა გამოდის ნორმის ფარგლებიდან შედეგი ნეგატიურად აისახება საყოფაცხოვრებო ტექნიკაზე.

ამ მოვლენების ანალიზიდან ნათლად ჩანს, რომ პრობლემები მართლაც არსებობს, მათგან გამოწვეული შედეგები ნეგატიურია შესაბამისად აღნიშნული პრობლემების აღმოფხვრა საჭიროებს გარკვეულ ღონისძიებებს. ჩვენი აზრით, მოხმარებულ რეაქტიულ ენერგიაზე, როგორც თანმდევ პროდუქტზე, უნდა მოხდეს გადასახადის დაწესება, რომელიც უზრუნველყოფს აღნიშნული ნეგატიური მოვლენების კომპენსირებას. მიმდინარე ეტაპზე კი მიზანშეწონელოდ მიგვაჩნია მიღებულ იქნას ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტი.

მეორე თავში განვიხილავთ:

რეაქტიული სიმძლავრეს, წყაროებსა და მომხმარებლებს, რეაქტიული სიმძლავრით გამოწვეულ დანაკარგებს, ასევე სამართლებრივ და ეკონომიკურ ურთიერთობებს.

რეაქტიული სიმძლავრის გენერაციის წყარო პირობითად შეიძლება დაყოფილი იყოს ორ ჯგუფად:

1. დანადგარები, რომლებსაც ნორმალური ფუნქციონირებისათვის (აუცილებელი მაგნიტური ველის შესაქმნელად) თვითონ გააჩნიათ მუდმივი დენის სპეციალური აღმგზნები აგრეგატები და მათ არ სჭირდებათ რეაქტიული სიმძლავრის ქსელიდან მიღება.
2. რეაქტიული სიმძლავრის გენერაციის სპეციალური დანადგარები, რომელთაც აქვთ შესაძლებლობა დროის გარკვეულ შუალედში შეცვალონ რეაქტიული სიმძლავრის ფაქტიური ბალანსი.

რეაქტიული სიმძლავრის ტრადიციულ მომხმარებელთა კატეგორიას მიეკუთვნება ელექტროენერგიის ყველა ის მომხმარებელი, რომელიც იკვებება გამანაწილებლის ქსელიდან და სამეურნეო საქმიანობის პროცესში იყენებს ცვლად დენს და ასინქრონულ ძრავებს, ასევე რკინის გულარის შემცველ აპარატებს, (ტრანსფორმატორები, ელექტროენერგიის გარდამსახები, ელექტროღუმელები, ახალი თაობის ელექტროგანათების საშუალებები და სხვა). განსაკუთრებით მაღალია რეაქტიული სიმძლავრის წილი ასინქრონული ძრავით აღჭურვილ დანადგარში (40-45%), ტრანსფორმატორებში (30-35%), ხოლო გარდამსახების, ელექტროღუმელების და გადამცემი ხაზებისათვის რეაქტიული სიმძლავრის საშუალო მოხმარება შესაბამისად ფასდება 10%-ით, 9%-ით, 7%-ით.

შესაბამისად განხილულია სამართლებრივი და ეკონომიკური ურთიერთობა საწარმოებს შორის - ჩამოთვლილი გვაქვს ობიექტის ელექტროგადამცემ საწარმოს ქსელთან მიერთების ტექნიკური პირობები.

ელექტრომომარაგებელი ორგანიზაციის მიერ გაცემული ტექნიკური პირობები აუცილებელია მომხმარებლისათვის და საპროექტო ორგანიზაციებისათვის, რომლებსაც შეეკვეთილი აქვთ ელექტრომომარაგების პროექტი.

ელექტროენერგიის მომხმარებელი პასუხისმგებელია ხელშეკრულებით გათვალისწინებული ელექტრომომარაგების რეჟიმის შესრულებაზე, ელექტროენერგიის ხარისხის უზრუნველყოფაზე. ასევე ვაღიგებებია შეატყობინოს ელექტროგადამცემ ორგანიზაციას აქტიური და რეაქტიული

ენერგიის ყოველდღიური და ყოველთვიური ხარჯები, აქტიური დატვირთვის ნახევარსაათიანი მაქსიმუმები, ელექტროსისტემაში დილის და საღამოს მაქსიმალური დატვირთვები.

საერთო დანიშნულების ქსელებში ელექტროენერგიის ხარისხის მიმართ მოთხოვნილებები ჩამოყალიბებულია პუნქტებად.

განვიხილავთ ახალ ნორმატიულ დადგენილებებს, წესებს, მათში განხორციელებულ მეტად დადებით და აქტუალურ საკითხებს ელექტროენერგიის ხარისხთან მიმართებით.

მესამე თავში განვიხილავთ,

რეაქტიული სიმძლავრით წარმოქმნილი ეკონომიკური ზარალის კომპენსაციას: - შესწავლილი გვაქვს ევროპული და დსთ-ს ქვეყნების გამოცდილება არსებულ პრობლემათან მიმართებით.

განხილული, ევროპის ცხრა ქვეყნიდან მხოლოდ ჩრდილო ირლანდია არ აქცევს ყურადღებას გადამცემ ქსელში რეაქტიული სიმძლავრით გამოწვეულ დანაკარგების ზარალის ანაზღაურებას, მაშინ როდესაც სხვა ქვეყნებში, ამა თუ იმ წესით, ხდება გადამცემული რეაქტიული ენერგიით გამოწვეული ეკონომიკური ზარალის ანაზღაურება, დადგენილი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის მიყენებით.

პოლონეთი – პოლონეთის სისტემის ოპერატორი იყენებს დამატებით გადასახადს გადაჭარბებული რეაქტიული ენერგიისათვის. როცა $\text{tg}\varphi > 0.4$ -ზე მაღალია და გადამცემ ქსელებში გადაჭარბებული რეაქტიული ენერგიის თითოეულ მვარ ერთეულზე.

$$O_b = K \cdot C_{\text{გადატ}} \cdot \left(\sqrt{\frac{1 + \text{tg}^2 \varphi}{1 - \text{tg}^2 \varphi_0}} - 1 \right) \cdot A$$

სადაც K - კოეფიციენტი ტოლია 0,5

$C_{(აგად.ფ)}$ - ერთეული აქტიური ენერგიის ფასი, განსაზღვრული გადაცემის სატარიფო განაკვეთით;

$tg\varphi$ – რეალური ფაზური ფაქტორი, ფაქტიური რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის შესაბამის პერიოდში;

$tg\varphi_0$ - სიმძლავრის კოეფიციენტის ის ზღვრული მნიშვნელობა, რომელიც განისაზღვრება გადაცემის ქსელის ოპერატორსა და ბოლო მომხმარებელს შორის ხელშეკრულებით.

A – აქტიური ენერგიის ის რაოდენობა, რომელიც მიეწოდა გადაცემის ქსელის საშუალებით ბოლო მომხმარებელს, შესაბამის პერიოდში.

ესპანეთი – ევრო/მვარ.სთ მოსაკრებელი გამოიყენება მოხმარებული რეაქტიული ენერგიისათვის, რომელიც აჭარბებს მოხმარებული აქტიური ენერგიის 33%-ს. არის შემდეგი სახის მოსაკრებლები:

41.554 ევრო/მვარ.სთ, როცა $0.8 < \cos\varphi < 0.95$;

62.332 ევრო/მვარ/სთ, $\cos\varphi < 0.8$

განვიხილავთ ტარიფზე მოქმედი ამამაღლებელი/დამადაბლებელი კოეფიციენტებს, რომლებიც გამოიყენება დსთ-ს ქვეყნებში, რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის მიზნით.

რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტები, რომლებიც შეესაბამებიან ელექტროქსელიდან ელექტროენერგიის მიღებას, გამოისახებიან დადებითი, ხოლო ქსელში ელექტროენერგიის გენერაციისას (გაცემა) - უარყოფითი რიცხვებით.

ელექტროენერგიის ტარიფზე ამამაღლებელი კოეფიციენტი მომხმარებლისათვის, რომელიც მიერთებულია 110 კვ. უფრო დაბალი ძაბვის ქსელთან განისაზღვრება ფორმულით:

$$K = 1 + \Pi_{\text{დ.}} + \Pi_{\text{მ.}}; \quad K = 1 - C_{\text{დ.რ.}} - C_{\text{მ.რ.}},$$

მნიშვნელოვანია ნორმატიული დოკუმენტის მიღება, სადაც ელექტროენერგიის ტარიფში აქტიური ენერგიის გარდა ასახული იქნება რეაქტიული ენერგიის სიდიდეც, რათა მომხმარებელს ჰქონდეს სტიმული თავის ობიექტზე თვითონ მოაწყოს რეაქტიული ენერგიის მოკომპენსირებელი მოწყობილობა.

მეოთხე თავში:

განვიხილოთ - რეაქტიული სიმძლავრე საქართველოს ენერგოსისტემაში. თავდაპირველად საქართველოს ენერგოსისტემაში რეაქტიული სიმძლავრის შეფასების მიზნით შევისწავლეთ ქვეყანაში რეაქტიული ელექტროენერგიის შესახებ რეალურად არსებული მონაცემები. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემით გამოწვეული ზარალის შესაძლებელი კომპენსაციის გზების დასახვა და ამ ღონისძიებებით გამოწვეული გავლენა ელექტროსაწარმოების ეკონომიკურ შედეგებზე.

ნაშრომში კვლევის პირველ ეტაპზე შესწავლის ობიექტად არჩეულია ელექტროენერგიის გადამცემი ქსელების, საწარმოს სს „საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემის“, კუთვნილი მაღალი ძაბვის 17 სტრატეგიული ქვესადგურიდან 12 ქვესადგურის შესახებ ინფორმაცია.

ჩატარებული კვლევის ინფორმაციის წყაროს წარმოადგენს სისტემა „აღფა ცენტრის“ მონაცემები.

სისტემა „აღფა ცენტრი“ - კომერციული აღრიცხვის ავტომატიზირებული სისტემაა (ეკაას), რომელსაც გააჩნია მობილური პროგრამული უზრუნველყოფა, რაც მრავალი ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის საშუალებას იძლევა. იგი ახორციელებს ავტომატურ რეჟიმში სისტემაში ჩართული მრიცხველებიდან მონაცემების გამოკითხვას, შეგროვებას და დამუშავებას. ეკაას-ს გააჩნია ფართო შესაძლებლობები, კერძოდ, საჭირო ინფორმაციის მისაღებად საკმარისია დამატებითი პროგრამული მითითებების ჩატვირთვა. ამ ვითარებამ ბევრად გაგვიმარტივა თემის ირგვლივ ინფორმაციის მოძიება. მაგალითად, ავტომატურ რეჟიმში აღრიცხვას ექვემდებარება როგორც აქტიური, ასევე რეაქტიული ენერგიის (სიმძლავრის) სიდიდეები და სხვა ტექნიკური მონაცემები.

სისტემამ „აღფა ცენტრი“ მოგვცა საშუალება შევისწავლოთ და განვაზოგადოთ შემდეგი საწყისი ინფორმაცია:

- განაწილების ქსელში მიწოდებული აქტიური და რეაქტიული ენერგიის სიდიდეები;
- სიმძლავრის კოეფიციენტების არსებული მნიშვნელობა.

სრული სურათის შექმნის მიზნით შესწავლის პერიოდად თავდაპირველად აღებულია 2012 წელი.

მას შემდეგ, რაც საქართველოს ელექტროსისტემაში 2013 წლის ბოლოს მოხდა აღრიცხვის სისტემების მოდერნიზირება, საშუალება მოგვეცა ავტომატურად მივიღოთ საქართველოში ელექტროენერგიის განაწილების შესახებ სრული ინფორმაცია.

ევროპული და დსთ-ს ქვეყნების გამოცდილებამ, ასევე სხვა ლიტერატურის მიმოხილვამ გვაჩვენა, რომ რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის დასაშვები ზღვრული ნორმა $\text{tg}\varphi=0.4$ სიდიდის ტოლია, ხოლო მისი შესაბამისი სიმძლავრის კოეფიციენტი - $\cos\varphi = 0.93$.

საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის მიერ 2014 წლის 17 აპრილის №10 დადგენილებით (რომელიც მოიცავს „ქსელის წესები“-ის დამტკიცებას), განსაზღვრულია საქართველოს ელექტროენერგეტიკული სისტემის მონაწილეთა და გადამცემ ქსელთან მიერთების მსურველთა ხელმისაწვდომობისა და უსაფრთხო სარგებლობის პროცედურები, პირობები, პრინციპები და სტანდარტები.

აღნიშნულ დადგენილებაში (თავი II, მუხლი 24. პ.4) სიმძლავრის კოეფიციენტის ზღვრულ ნორმად მიჩნეულია $\cos\varphi=0.85$, ხოლო მისი შესაბამისი რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტია $\text{tg}\varphi=0.61$. ამდენად, მომდევნო გაანგარიშებებში, რეაქტიული სიმძლავრის შეფასებისათვის გამოყენებულია რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის ის ზღვრული მნიშვნელობა, რომელიც ტოლია **0.61-ის**.

ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე დავადგინეთ, რომ გაცილებით დიდი მნიშვნელობით რეაქტიული სიმძლავრე შეინიშნება ზაფხულის თვეებში, კერძოდ, ივლისში კოეფიციენტის მნიშვნელობა აღწევს 0.8;

ზამთარში კი, პირიქით უახლოვდება ნორმის ფარგლებს. იანვარში რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტი სულაც 0.5-მდე ეცემა, რაც დასაშვები ნორმის ფარგლებშია, თუმცა ეს ვითარება ნარჩუნდება ზამთრის სამი თვის განმავლობაში. ანალოგიური მდგომარეობაა 2013-2014 წლის მონაცემების მიხედვით.

ჩატარებული ანალიზის შედეგებიდან ნათლად ჩანს, რომ რეაქტიული სიმძლავრის ჭარბი სიდიდე მართლაც არსებობს, მათგან გამოწვეული შედეგები ნეგატიურია. შესაბამისად აღნიშნული პრობლემების აღმოფხვრა საჭიროებს გარკვეულ ღონისძიებებს. ჩვენი აზრით, როგორც აღნიშნულია დისერტაციის შემდეგ თავში, რეაქტიული სიმძლავრით წარმოქმნილ კომპენსაციის გზად მიჩნეულია ელექტროენერგიის არსებულ გადაცემის ტარიფზე მაკორექტირებელი კოეფიციენტის დადგენა.

იმისათვის რომ შეგვემცირებინა გადამცემი საწარმოსათვის რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემით მიღებული უარყოფითი გავლენა, ავირჩიეთ არა საყოველთაოდ მიღებული ტექნიკური გზა (საკომპენსაციო დანადგარების გამოყენება), არამედ ამ პრობლემის გადასაჭრელად მივმართეთ და განვიხილეთ მისი ორგანიზაციულ-სამართლებრივი მიმართულება.

ამისათვის განვიხილეთ ევროპისა და დსთ-ს ქვეყნების არსებული გამოცდილება, ავირჩიეთ გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელ კოეფიციენტის დადგენის ისეთი მოდელი, რომელიც მარტივი და ადვილად გამოსაყენებელია პრაქტიკაში. ამ მოდელის არსი იმაშია, რომ სიმძლავრის კოეფიციენტის ზღვრული ნორმის გადაჭარბების შემთხვევაში, არსებულ გადაცემის ტარიფზე მისადაგებული იქნება ($T_{ახ.} = T_{არს.} \cdot K_{მაკორექტ.}$) დიფერენცირებული მაკორექტირებელი კოეფიციენტი.

$$K_{მაკორექტ.} = 1 + \Pi_{დ.},$$

სადაც $\Pi_{დ.}$ – არის მაკორექტირებელი კოეფიციენტის შემადგენელი სიდიდე, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$\Pi_{დ.} = k^* (tg\varphi_{ფ.} - tg\varphi_{ფ.}) \cdot d_{დ.},$$

k - განსაზღვრავს რეაქტიული ენერგიის ($W_{\text{რ}}$) შეფარდებას სრულ ენერგიასთან ($W_{\text{სრ}}$):

$$k = W_{\text{რ}} / W_{\text{სრ}}$$

tgφ_რ , **tgφ_{სრ}**. შესაბამისად ფაქტიური და ზღვრული რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტებია;

d_ღ - საანგარიშო პერიოდში ჯამურად მოხმარებული აქტიური ენერგიის წილი სრულ ენერგიაში:

$$d_{\text{ღ}} = W_{\text{ა}} / W_{\text{სრ}}$$

მოვახდინეთ მაკორექტირებელი კოეფიციენტის მისადაგება არსებული გადაცემის ტარიფის იმ წერტილებზე, სადაც ზღვრულზე მაღალია რეაქტიული კოეფიციენტის მნიშვნელობა.

ამ თავის მომდევნო ნაწილში შევისწავლეთ აღნიშნული მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გავლენას საწარმოს ეკონომიკურ შედეგებზე, ისეთ მნიშვნელოვან მაჩვენებელზე, როგორიცაა შემოსავალი.

შემოსავალი არის საანგარიშო პერიოდში ეკონომიკური სარგებლის ზრდა, რომელიც დაკავშირებულია აქტივების ზრდასთან ან ვალდებულებების შემცირებასთან, რაც საბოლოოდ გამოიხატება საწარმოს საკუთარი კაპიტალის გადიდებით, რომელიც არ არის დაკავშირებული მესაკუთრეთა შენატანებთან. შემოსავლის ცნება მოიცავს ამონაგებს და შემოსულობას.

ამონაგების ცნება დაკავშირებულია *საწარმოს ჩვეულებრივ* საქმიანობასთან და ელექტროენერგეტიკული საწარმოსათვის შეიძლება იყოს:

- ელექტროენერგიის წარმოებით, გადაცემით, განაწილებით და დისპეტჩერიზაციით მიღებული სარგებელი;
- მომსახურების გაწევით მიღებული სარგებელი;

ხარჯები, არის ნებისმიერი საწარმოს ეკონომიკური სარგებლის შემცირება საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში საწარმოდან აქტივების გასვლის ან ვალდებულებების ზრდის შედეგად, რაც გამოიხატება

საწარმოს საკუთარი კაპიტალის შემცირებით, რომელიც არ არის დაკავშირებული მესაკუთრეთათვის კაპიტალის განაწილებასთან, მაგალითად, დივიდენდების გაცემა.

ხარჯებს ხშირად "ბიზნესის განხორციელების ღირებულებას" უწოდებენ, რაც ნიშნავს იმას, რომ შემოსავლის მიღებისათვის გაწეული ნებისმიერი ქმედება ან მოდერნიზაცია მოითხოვს გარკვეული სახის მატერიალური საგნების და მომსახურებების გამოყენებას, რასაც შესაბამისი ღირებულება გააჩნია.

ელექტროენერგეტიკული საწარმოს საქმიანობაში გასათვალისწინებელია, ისეთი განსაკუთრებული ხარჯი როგორცაა ელექტროენერგიის დანაკარგის ღირებულება.

ნებისმიერი საწარმოს მთავარი ამოცანაა მიაღწიოს ეკონომიკური მაჩვენებლების მაღალ დონეს, რაც ძირითადად დამოკიდებულია მაქსიმალური მოგების მიღებაზე, ამიტომ ცდილობენ გაზარდონ შემოსავლები და შეამცირონ დანახარჯები. დანახარჯები შეიძლება შემცირდეს ან გაიზარდოს მოხმარებული შრომითი და მატერიალური რესურსების ხარჯზე, ტექნიკური დონის ამაღლებით, წარმოების ორგანიზაციისა და სხვა ფაქტორების ოპტიმიზაციის შედეგად.

ელექტროენერგეტიკული პროდუქტის თავისებურებები განპირობებულია დარგის ტექნოლოგიური თავისებურებებით. გამოვყავით (ნაშრომში ასახულია) ის რამოდენიმე მომენტი, რომელთა გათვალისწინება აუცილებელია ენერგეტიკული საწარმოების ძირითადი ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრისას.

ელექტროენერგეტიკული წარმოება უწყვეტი პროცესია, სადაც სტანდარტული პროდუქტის გამოშვება თანამიმდევრულად ხდება, განმეორებადი და უწყვეტი ოპერაციების შედეგად, ამ შემთხვევაში ყველა ოპერაციის თვითღირებულება შეიძლება გამოითვლოს პროცესის საერთო დანახარჯების გაყოფით გამოშვებულ ერთეულზე. ეს მეთოდი ცნობილია როგორც: *პროცესის თვითღირებულების კალკულაცია*.

ამავდროულად, ელექტროენეგეტიკული წარმოება შეიძლება განვიხილოთ, როგორც მრავალპროდუქტიანი პროცესები. სადაც პროცესის შედეგად რამდენიმე (ელექტროენერგია და თბოენერგია) ტიპის პროდუქტი იწარმოება. პროცესის მიხედვით თვითღირებულების დადგენა მოითხოვს განსაკუთრებულ მიდგომას. პროცესის შედეგად გამოვლინდა დამატებითი პროდუქტი. ეს დამატებითი პროდუქტი შეიძლება განისაზღვროს ან როგორც ერთობლივად წარმოებული, ან/და როგორც თანმდევი პროდუქტი. მათ შორის განსხვავება მნიშვნელოვანია და ამიტომ საჭიროა მკაფიოდ გავმიჯნოთ ისინი. როგორც წესი, ერთობლივად წარმოებული პროდუქტები ძირითადი პროდუქტებია, თანაპროდუქტები კი ძირითადი პროდუქტის მიმართ მეორეული პროდუქტია.

ერთობლივად წარმოებული პროდუქტები - ასე ეწოდება ორ ან მეტ პროდუქტს, რომლებიც წარმოების პროცესში გაყოფილია და თითოეულს აქვს საკმაოდ მაღალი გასაყიდი ფასი, რათა აღიარებული იქნეს როგორც ძირითადი პროდუქტი.

თანმდევი პროდუქტი (თანაპროდუქტი) - პროდუქციაა, რომელსაც აქვს რაიმე ღირებულება და წარმოადგენს ძირითადი პროდუქტების წარმოების შედეგს. ეკონომიკური მაჩვენებლების გაანგარიშების მიზნით მნიშვნელოვანია ერთობლივად წარმოებული და თანმდევი პროდუქტების შეფასება.

თანმდევი პროდუქტები შეიძლება შევაფასოთ ნებისმიერი ქვემოთ ჩამოთვლილი მეთოდით:

- ა) თანაპროდუქტების გაყიდვით მიღებული შემოსავალი შეიძლება ვადიაროთ როგორც წმინდა მოგება/შემოსავალი;
- ბ) გაყიდვებიდან მიღებულ შემოსავლს გამოვაკლოთ თანმდევი პროდუქტის სავაჭრო და სატრანსპორტო დანახარჯები ან ამავე ხარჯებით შეიძლება შევამციროთ ძირითადი პროდუქტების თვითღირებულება;

თუ თანმდევი პროდუქტი, მისი სასაქონლო სახის მისაღებად, საჭიროებს დამატებით დამუშავებას, მაშინ ამ დანახარჯებით უნდა შემცირდეს წმინდა შემოსავალი.

მდენად, ჩვენ განვიხილავთ რეაქტიულ სიმძლავრეს, როგორც აქტიური სიმძლავრის თანმდევ პროდუქტს. შესაბამისად ვაღიარებთ, რეაქტიული ენერგიის (სიმძლავრის) გადაცემიდან (თანმდევი პროდუქტიდან) მიღებულ შემოსავალს, როგორც წმინდა შემოსავალს.

გადაცემის ახალი ტარიფი მიღებული გვაქვს იმ წერტილებზე, რომელიც ქსელის კრიტიკულ წერტილს წარმოადგენს, სადაც რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტი ზღვარს გადაცილებულია. აღნიშნულ წერტილებზე ახალი ტარიფის მისაღებად ($T_{ახ}$ ლარი/კვტ.სთ), მაკორექტირებელი კოეფიციენტი გავამრავლეთ არსებულ ტარიფზე ($T_{არს.}$ ლარი/კვტ.სთ):

$$T_{ახ} = K_{\text{მაკორექტ.}} \times T_{არს.},$$

ხოლო დანარჩენი წერტილებიდან აქტიური ელექტროენერგიის გადაცემის მომსახურების ანაზღაურება მოვახდინეთ გადაცემის არსებული ტარიფით.

საშუალო ტარიფის გამოსათვლელად გამოვიყენეთ შემდეგი ფორმულა:

$$T_{\text{საშ.}} = \left(\sum_{n=1}^{n_{არს.}} W_{\Delta} \cdot T_{\Delta} + \sum_{n=1}^{n_{T-n_{არს.}}} W_{\Delta} \cdot T_{\Delta_{არს.}} \right) / \sum_{n=1}^{n_{T}} W_{\Delta} \text{ ლარი/კვტ.სთ}$$

ანუ, საანგარიშო პერიოდში, კრიტიკული წერტილებიდან მიღებულ შემოსავალს (გადაცემის ახალი ტარიფის გათვალისწინებით), მიუვმატეთ სხვა დანარჩენი წერტილებიდან მიღებული შემოსავალი და მიღებული ჯამი გავყავით მთლიანად გადაცემულ აქტიურ ელექტროენერგიაზე.

2012 წლის მონაცემების განზოგადების შედეგად მიღებულია შემაჯამებელი სურათი, საიდანაც ჩანს რომ თანმდევი რეაქტიული ენერგიის გადაცემით დამატებითი შემოსავალი იზრდება საშუალოდ წლიურად 7.8%-ით.

ხოლო 2013-2014 წლის სამი თვის მონაცემებიდან გამომდინარე, ეს მაჩვენებელი შეადგენს მხოლოდ 4.5 %-ს, თუმცა ეს არ ნიშნავს იმას, რომ შემოსავალს აქვს კლების ტენდენცია. ვინაიდან, 2013წ-2014წ-ის მონაცემები არ არის წლიური, ის განისაზღვრება მხოლოდ ზამთრის სამი თვის მიხედვით (ნოემბერი, დეკემბერი და იანვარი). ეს ის თვეებია, როგორც უკვე ავლნიშნეთ, როცა სიმძლავრის კოეფიციენტი დაბალია და თითქმის უახლოვდება დასაშვებ ნორმას.

როგორც უკვე ავლნიშნეთ, რეაქტიული სიმძლავრე წარმოადგენს აქტიური სიმძლავრის თანმდევ პროდუქტს. შესაბამისად, თუ გაიზრდება აქტიური სიმძლავრის გადაცემა, გაიზრდება რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემაც. გადაცემული თანმდევი პროდუქტიდან მიღებული შემოსავალი კი, თანმდევი პროდუქტის შეფასების მიდგომიდან გამომდინარე, გადაცემის საწარმოსთვის აღიარებული იქნება როგორც წმინდა მოგება/შემოსავალი.

წარმოდგენილი გეაქვს დიაგრამა, სადაც მოცემულია საქართველოში ერთ სულ მოსახლეზე მოხმარებული ელექტროენერგიის სტატისტიკა. 2008 წლიდან 2013 წლამდე მოსახლეობის რაოდენობის შესახებ სტატისტიკური მონაცემები ავიღეთ სტატისტიკის სამინისტროს ოფიციალური გვერდიდან.

ნათლად ჩანს, რომ წლების მანძილზე იზრდება მოხმრება ერთ სულ მოსახლეზე. შეგვიძლია მტკიცედ ვთქვათ, რომ მომავალში გაიზრდება როგორც აქტიური ელექტრული ენერგიის მოხმარება, ასევე მისი თანმდევი რეაქტიული ენერგიის მოხმარებაც.

ამ თავში ასევე, განვიხილავთ რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის მიდგომების ეკონომიკურ შედარებას. ვინაიდან განხილულ საკითხთან დაკავშირებით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ის შემთხვევა, როცა რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის მიზნით ელექტროენერგიის „მომხმარებელი“ გამანაწილებელი საწარმო გადაცემის ტარიფზე, დანამატის გადახდის თავის არიდების მიზნით, გამოიყენებს მაკომპენსირებელ დანადგარს.

საკომპენსაციო დანადგარის გამოყენების ეკონომიკური შეფასებისთვის აღებულია კახეთის რეგიონის ელექტროენერგიის გამანაწილებელი საწარმო, ანალიზის პერიოდად კი - 2012 წლის მონაცემები.

მოცემულია კახეთის რეგიონისათვის ფაქტიურად გადაცემული აქტიური (W_a) ენერგია. რეაქტიული (W_r), და სრული (W_{Σ}) ენერგია გაანგარიშებულია პირობითად: რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, ანალიზის მიზნით, აღებულია 2012 წლის მონაცემების მიხედვით, ყველაზე უარყოფითი შემთხვევისათვის, სადაც რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტი 0.70-ის ტოლია. ამ სიმძლავრის კოეფიციენტით და გადაცემული აქტიური ენერგიის (72 176 000 კვტ.სთ) მიხედვით გათვლილია შესაბამისი რეაქტიული ენერგია შეადგენს - 190 523 200 კვარ.სთ-ის, ხოლო სრული ენერგია – 332 233 148 კვ.სთ. ხოლო გადამცემი საწარმოს შემოსავალი გაწეული მომსახურებიდან, რომელიც მიიღება კომპენსაციამდე, გაანგარიშებულია არსებული გადაცემის ტარიფით და შეადგენს 3 018 432 ლარს.

განვიხილოთ სიტუაცია, როდესაც ელექტროენერგიის „მომხმარებელი“ გამანაწილებელი საწარმო, დანამატის გადახდის თავის არიდების მიზნით, ქსელში გამოიყენებს მაკომპენსირებელ დანადგარს..

ამ სიტუაციაში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების მოსალოდნელი შემცირება სავარაუდოდ 9.87%-ით ფარგლებშია, რაც კახეთის რეგიონისათვის გადაცემული აქტიური ენერგიის მიხედვით შეადგენს 26 863 771 კვტ.სთ. აღნიშნული ელექტროენერგია წარმოადგენს გადამცემი საწარმოს დამატებითი შემოსავლის წყაროს, რადგან ამდენივე კვტ.სთ-ით მოხდა გადაცემის ქსელის განტვირთვა, მაგრამ ეს დამატებითი ენერგია სხვა საწარმოებს სრულად, გადაცემის ქსელში არსებული დანაკარგების გამო, ვერ გადაეცემა. შესაბამისად წლის განმავლობაში მიღებული დამატებითი ელექტროენერგია ეკონომიკური ეფექტის განსაზღვრის მიზნით, გავითვალისწინეთ ქსელში არსებული *ფაქტიური დანაკარგები*, რომელიც საშუალოდ 2% ტოლია. ხოლო დამატებითად გადაცემული

აქტიური ენერგია, ამ დანაკარგების გათვალისწინებით, შეადგენს: 26 326 496 კვტ.სთ. ამ ენერგიის გადაცემით *გადამცემი საწარმოს* მიერ *დამატებითი შემოსავლის* სახით (არსებული გადაცემის ტარიფით) მიღებული ექნება: 291 961 ლარი.

გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის საფუძველზე, კი საშუალო ტარიფის წლიურად 7.8%-ით გაიზრდება, რაც 235 438 ლარის ტოლფასია.

წარმოდგენილია გადაცემის საწარმოს მიერ ამ ორივე მიდგომით მიღებული დამატებითი შემოსავლის შედარება, როგორც მაკომპენსირებელი დანადგარის გამოყენების შემდეგ, ასევე მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემით (თანმდევი პროდუქტიდან).

ჩატარებული გაანგარიშებით გადაცემის საწარმოსათვის თითქოს უმჯობესია, რომ გამანაწილებელი საწარმო მაკომპენსირებელ დანადგარებს გამოიყენებდეს, რადგან ამ შემთხვევაში მისი შემოსავალი 56 523 ლარით მეტია, გადაცემულ ელექტროენერგიაზე მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გამოყენებით მიღებულ შემოსავალთან შედარებით, 291 961 ლ. > 235 438 ლ.

ამასთან კონდენსატორის მუშაობის პრინციპიდან გამომდინარე, როცა კონდენსატორი არ არის რეაქტიული სიმძლავრის მომხმარებელი, მაშინ ის არის აქტიური სიმძლავრის მომხმარებელი, (რომელიც ქსელიდან მოიხმარს მისი ნომინალური სიმძლავრის საშუალოდ 2-4%-ს). კომპენსატორული დანადგარებისთვის ასევე გასათვალისწინებელია როგორც ექსპლუატაციის შენახვის ხარჯი, ასევე სირთულე და ექსპლუატაციის წესები.

ხოლო, მაკორექტირებელ კოეფიციენტის შემოღება არ არის დაკავშირებული რაიმე დამატებით კაპიტალდაბანდებებთან, ან ხარჯებთან. მხოლოდ საჭიროა აღნიშნული ცვლილების დამატება ნორმატიულ აქტში.

აღსანიშნავია, რომ ეს ის შემთხვევაა, როცა გამანაწილებელი საწარმოსა და გადაცემის საწარმოს შედარება შეუძლებელია, ვინაიდან ისინი ბაზარზე წარმოდგენენ მუდამ საპირისპირო „მოთამაშეებს“.

ჩვენი აზრით, რეაქტიული სიმძლავრის კოეფიციენტის არსებული ნორმა იმდენად მაღალია, ევროპის და დსთ-ს ქვეყნებში მიღებულ ნორმატივებთან (როგორც გვიჩვენა ლიტერატურულმა მიმოხილვამ) შედარებით ($0.61 >> 0.4$), რომ საჭიროებს მხოლოდ მცირე კომპენსირებას ან საერთოდ არ საჭიროებს. ამიტომ, ამ ეტაპზე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია არსებულ გადაცემის ტარიფზე შემოდებული იყოს მაკორექტირებელი კოეფიციენტი, რათა მოხდეს ჭარბი რეაქტიული სიმძლავრის არსებობის შედეგად გამოწვეული ნეგატიური ქმედებების კომპენსაცია.

მესუთე თავში: – წარმოვადგენთ კოეფიციენტის ანგარიშის იმ მათემატიკური მოდელის პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც იქნება გამოსაყენებლად მეტად ეფექტური.

წარმოდგენილ მაკორექტირებელი კოეფიციენტს აქვს შემდეგი სახე;

$$K_{\text{მაკორექტ}} = 1 + \Pi_{\text{დ.}} = 0,6 (tg\varphi_{\text{ფ.}} - tg\varphi_{\text{ზ.}}) \times d_{\text{დ.}}$$

ელექტროენერგიის გადაცემის ახალი ტარიფი ($T_{\text{ახ}}$) მიიღება მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გამრავლებით არსებულ გადაცემის ტარიფზე ($T_{\text{არს.}}$):

$$T_{\text{ახ}} = K_{\text{მაკორექტ.}} \times T_{\text{არს.}}$$

წარმოდგენილი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის ანგარიშისათვის მოვახდინეთ პროგრამის შერჩევა. ეს არის საოფისე პროგრამების ბაზაზე (ყველასათვის ნაცნობი Microsoft Office Excel 2007) შედგენილი მარტივი, ადვილად გამოსაყენებელი და პრაქტიკული პროგრამა, რომელიც სქემატურად, საფეხურების მიხედვით, შემდეგნაირად გამოისახება:

მათემატიკური მოდელის, პროგრამის საფეხური პირველი

გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით, გადაცემის ქსელის მფლობელი საწარმოს მიერ მიღებული შემოსავლის დაანგარიშების პროგრამა (საფეხური პირველი)															
$\Pi_{\text{ფ}} = 0.6 (\text{ფფ}_{\text{ფ}} - \text{ფფ}_{\text{ფ}}) \cdot \text{მფ} \cdot K_{\text{ფაქტ}} - I - \Pi_{\text{ფ}}$															
№	დასახელება	მაგ. (კვ)	რეაბილიტაციის ენერგია, კვტ.სთ	აბორიტირებული ენერგია, კვტ.სთ	სრული სიმძლავრე	გადაცემის არსებული ტარიფი, ლარი/კვტ.სთ	არსებული გადაცემის მომსახურება, ლარი	ფფ	ფფ	K	დფ	Πფ	Kფაქტ	ტარიფშეხალი ტარიფი, კოეფიციენტის გათვალისწინებით, ლარი/კვტ.სთ	შემოსავალი ახალი ტარიფით, ლარი
1	2	3	4	5	6=5QRT(D7*2+E7*2)	7	8=5*7	9	10=4/5	11=4/6	12=25/26	13=IF(I8>18,0.6*(I8-18),"")	14=1+13	15=14*7	16=IF((O7*E7)=0,"",O7*E7)

მათემატიკური მოდელის, პროგრამის საფეხური მეორე

გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით, გადაცემის ქსელის მფლობელი საწარმოს მიერ მიღებული შემოსავლის დაანგარიშების პროგრამა (საფეხური მეორე)															
$\Pi_{\text{ფ}} = 0.6 (\text{ფფ}_{\text{ფ}} - \text{ფფ}_{\text{ფ}}) \cdot \text{მფ} \cdot K_{\text{ფაქტ}} - I - \Pi_{\text{ფ}}$															
№	დასახელება	მაგ. (კვ)	რეაბილიტაციის ენერგია, კვტ.სთ	აბორიტირებული ენერგია, კვტ.სთ	სრული სიმძლავრე	გადაცემის არსებული ტარიფი, ლარი/კვტ.სთ	არსებული გადაცემის მომსახურება, ლარი	ფფ	ფფ	K	დფ	Πფ	Kფაქტ	ტარიფშეხალი ტარიფი, კოეფიციენტის გათვალისწინებით, ლარი/კვტ.სთ	შემოსავალი ახალი ტარიფით, ლარი
1	2	3	4	5	6=5QRT(D7*2+E7*2)	7	8=5*7	9	10=4/5	11=4/6	12=25/26	13=IF(I8>18,0.6*(I8-18),"")	14=1+13	15=14*7	16=IF((O7*E7)=0,"",O7*E7)
1	ქს-ის დასახელება														
2	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5	ქს-ის დასახელება														
6	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
7	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
8	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
9	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
10	ქს-ის დასახელება														
11	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
12	ფიფი	10				0.0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
13	გამანაწილებელი ხაზი N1		0	0	0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
14	გამანაწილებელი ხაზი N2				0	0.01109	0.0	0.61	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

მათემატიკური მოდელის, პროგრამის (შეესებული მონაცემები) საფეხური მესამე

გადაცემის ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით, გადაცემის ქსელის მფლობელი საწარმოს მიერ მიღებული შემოსავლის დაანგარიშების პროგრამა (საფეხური მესამე)															
$\Pi_{\text{ფ}} = 0.6 (\text{ფფ}_{\text{ფ}} - \text{ფფ}_{\text{ფ}}) \cdot \text{მფ} \cdot K_{\text{ფაქტ}} - I - \Pi_{\text{ფ}}$															
№	დასახელება	მაგ. (კვ)	რეაბილიტაციის ენერგია, კვტ.სთ	აბორიტირებული ენერგია, კვტ.სთ	სრული სიმძლავრე	გადაცემის არსებული ტარიფი, ლარი/კვტ.სთ	არსებული გადაცემის მომსახურება, ლარი	ფფ	ფფ	K	დფ	Πფ	Kფაქტ	ტარიფშეხალი ტარიფი, კოეფიციენტის გათვალისწინებით, ლარი/კვტ.სთ	შემოსავალი ახალი ტარიფით, ლარი
1	2	3	4	5	6=5QRT(D7*2+E7*2)	7	8=5*7	9	10=4/5	11=4/6	12=25/26	13=IF(I8>18,0.6*(I8-18),"")	14=1+13	15=14*7	16=IF((O7*E7)=0,"",O7*E7)
1	ქს-ის დასახელება														
2	ფიფი	10	497 953	333 948	599 565.2	0.01109	3 703.5	0.61	1.49	0.8	0.7	0.369	1.369	0.01518	5 069.98
3	ფიფი	10	262 942	479 801	547 126.6	0.01109	5 321.0	0.61	0.55	0.5	0.7	0	1.000	0.01109	5 320.99
4	ფიფი	10	112 355	94 075	146 539.2	0.01109	1 043.3	0.61	1.19	0.8	0.7	0.245	1.245	0.01380	1 298.57
5	ქს-ის დასახელება														
6	ფიფი	10				0.01109	715.4	0.61	0.84	0.6	0.7	0.095	1.095	0.01214	783.38
7	ფიფი	10	53 986	64 510	84 119.1	0.01109	452.8	0.61	1.52	0.8	0.7	0.381	1.381	0.01532	625.40
8	ფიფი	10	62 076	40 827	74 298.5	0.01109									
9	გამანაწილებელი ხაზი N1		989 312	1 013 161	1 416 063	0.01109	11 236.0	0.61	0.98	0.7	0.7	0.153	1.153	0.01279	12 960.23
10	გამანაწილებელი ხაზი N2		392 895 030	534 356 009	663 251 724	0.01109	5 926 008.1	0.61	0.74	0.6	0.7	0.052	1.052	0.01167	6 236 872.96

**ახალი ტარიფის გავლენით საწარმოების მოსალოდნელი ეკონომიკური
მაჩვენებლის პროგრამული ანალიზი მეოთხე საფეხური**

პროგრამული ანგარიში - ახალი ტარიფის გავლენით მოსალოდნელი ეკონომიკური მაჩვენებლის											
№	დასახელება	ტფო	ტფფ	აქტიული ენერგია, კვტ.სთ	ელექტროენერგიის გადაცემაზე არსებული ეკონომიკური მაჩვენებელი		ელექტროენერგიის გადაცემაზე მოსალოდნელი ეკონომიკური მაჩვენებელი		დამატებითი შემოსავალი, ლარი		
					გადაცემის ტარიფი, ლარი/კვტ.სთ	არსებული გადაცემის მომსახურება, ლარი	საშუალო ტარიფი; ლარი/კვტ.სთ	შემოსავალი, ლარი	ლარი	%%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	გამანაწილებელი საწარმო №1	0.61	0.98	1 013 161	0.01109	11 236.0	0.01279	12 960.2	1 724.3	15.35%	
2	გამანაწილებელი საწარმო №2	0.61	0.74	534 356 009	0.01109	5 926 008.1	0.01167	6 236 873.0	310 864.8	5.25%	

გაშიფრული გვაქვს თითოეული „უჯრის“ მნიშვნელობა ცალ-ცალკე, ასევე აღნიშნული გვაქვს ისიც, თუ რომელი „უჯრა“ იესევა ხელით და რომელი ავტომატურად. ეს არის, პროგრამა, მათემატიკური ალგორითმის მოდელი, რომელიც ზუსტად ახდენს ტარიფზე მოქმედი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის ანგარიშს, ასევე აანალიზებს მომსახურებიდან მიღებულ შემოსავალს გამოწვეულს გადაცემის ახალი ტარიფის გამოყენებით. ცვლილებების (სიმძლავრის კოეფიციენტის ნორმატიული მნიშვნელობის ცვლილების შემთხვევა ან/და საწარმოების საანგარიშო აღრიცხვის წერტილების დამატება/გაუქმების გათვალისწინება) შეტანა პროგრამაში შესაძლებელია და ჩვენი აზრით მას ექნება პრაქტიკული მნიშვნელობა

დასკვნა:

1. ელექტროენერგია არის სრულიად განსხვავებული საქონელი, რომლის თვისებები, კერძოდ ხარისხი იცვლება დროის მიხედვით. ელექტროენერგიის ხარისხის მიმართ, მომხმარებლის პრეტენზიის შემთხვევაში მიწოდებული ელექტროენერგია არ შეგვიძლია შევცვალოთ სხვა ანალოგიური „საქონლით“- უკეთესი ხარისხის ელექტროენერგიით. გარდა ამისა, ელექტროენერგიის შემდეგი თავისებურებაა, ის რომ მისი ხარისხი დამოკიდებულია არა მარტო ელექტროენერგიის მიმწოდებელზე,

არამედ თვით მომხმარებელზე. ენერგეტიკაში განსაკუთრებულ პროდუქტს წარმოადგენს რეაქტიული ენერგია (სიმძლავრე).

2. ელექტრული ენერგიის ხარისხის განმსაზღვრელი ბევრი ფაქტორი არსებობს, რომელთა ყურადღების მიქცევა და გათვალისწინება აუცილებელია. ნაშრომში განხილულია ელექტროენერგიის ხარისხის მაჩვენებლები და მათთან დაკავშირებული ეკონომიკური მახასიათებლები. შესწავლილია საქართველოს ელექტროსისტემაში აქტიური ელექტროენერგიის გადაცემისას თანმდევ რეაქტიული სიმძლავრე. აღსანიშნავია, რომ ძირითადად ელექტროენერგიის ხარისხის ფაქტორებს განაპირობებს ქსელში რეაქტიული სიმძლავრე.

3. ელექტროენერგიის წარმოება, გადაცემა და მოხმარება დროში უწყვეტია, ამიტომ შეუფერხებლობის მიზნით ეს დარგი განსაკუთრებულად მოითხოვს კოორდინაციას და რეგულირებას. ელექტროენერგიის მწარმოებლებსა და მომხმარებლებს შორის ურთიერთობა აუცილებლად უნდა პასუხობდეს მოქმედ კანონებს და ნორმატიულ აქტებს. რეაქტიული ენერგიის საკითხების რეგულირება, არსებულ საკანონმდებლო ბაზაში, მინიმალურია. ელექტროენერგიის მომხმარებელს, რეალური მდგომარეობის მიხედვით, ყოველთვის შეუძლია სავსებით სამართლიანად უარი თქვას ელექტრომომარაგებელ ორგანიზაციის სახელშეკრულებო წინადადებებზე აუნაზღაუროს დანაკარგი, რომელიც გამოწვეულია რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემით.

4. კვლევები და შედეგები გვიჩვენებს, რომ ამ ეტაპზე ჩამოყალიბდა და არსებობს ტექნიკური შესაძლებლობა და ორგანიზაციული საფუძვლები. განხორციელდა ნორმატიული დოკუმენტებში ელექტროენერგიის ხარისხზე მოთხოვნების ნორმების ასახვა, თუმცა ასევე საჭიროა შეიქმნას რეაქტიული სიმძლავრის აღრიცხვისა და ორგანიზებული რეგულირების სისტემა. ამისათვის დამატებითი კაპიტალდაბანდებები არ არის საჭირო.

5. ნაშრომში, თემის მიზნებიდან გამომდინარე, შესწავლილია გადაცემული რეაქტიული ენერგიის რაოდენობა. დადგენილია იმ ობიექტების რაოდენობა, რომელთა სიმძლავრის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ზღვრულზე დაბალია და შესაბამისად წარმოადგენენ რისკის ფაქტორის ობიექტებს. დადგინდა, რომ შესწავლილია ქვეაბონენტებიდან საქართველოს სისტემაში 50% -ზე მეტი - რისკის ფაქტორის ობიექტია. სარისკო ობიექტებს კვლევის მიზნებისათვის ეუწოდებთ სისტემის კრიტიკულ წერტილებს.

6. განხილულია საქართველოს ელექტროენერგიის გადამცემი საწარმოს მუშაობის მონაცემები. დადგენილია, რომ რეაქტიული სიმძლავრის არსებობა გადამცემ კომპანიებში იწვევს აქტიური ელექტროენერგიის დამატებით დანაკარგებს, რაც კვლევის მონაცემებით შეადგენს აქტიური სიმძლავრის 9.87%. დანაკარგების შედეგად მცირდება ენერგოგადამცემი კომპანიების რეალური შემოსავლი.

7. რეაქტიული სიმძლავრის გადაცემით გამოწვეული ზარალის კომპენსაციისათვის, აღებულია ორგანიზაციულ-სამართლებრივი მიმართულება. ამისათვის განვიხილეთ ევროპისა და დსთ-ს ქვეყნების არსებული გამოცდილება. კომპენსაციის გაანგარიშების მიზნით ავირჩიეთ გადაცემის მოქმედ ტარიფზე მაკორექტირებელი კოეფიციენტის დადგენა. ისეთი მოდელი მარტივია და პრაქტიკაში ადვილად გამოსაყენებელი. მაკორექტირებელი კოეფიციენტის მისადაგება ელექტროენერგიის გადაცემის ტარიფზე, გათვალისწინებულია მხოლოდ სიმძლავრის კოეფიციენტის ზღვრული ნორმის გადაჭარბების შემთხვევაში, სისტემის კრიტიკულ წერტილებში. არსებულ გადაცემის ტარიფზე მისადაგებული იქნება დიფერენცირებული მაკორექტირებელი კოეფიციენტი.

$(T_{ახ.} = T_{არს.} \times K_{მაკორექტ.})$

შეჯამებული ინფორმაცია - გადამცემი საწარმოს მიერ კრიტიკულ წერტილებში, არსებულ გადაცემის ტარიფზე, მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გაგლეჩა, უზრუნველყოფს დამატებით 7.8%-ის ოდენობით

შემოსავლის მიღებას. ცხადია, ეს შემოსავალი მიღებულია რეაქტიული სიმძლავრის გაყიდვის შედეგად.

8. ზარალის განხილულ საკითხთან დაკავშირებით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ის შემთხვევა, როცა რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაციის მიზნით ელექტროენერგიის „მომხმარებელი“, გადაცემის ტარიფზე, დამატებითი გადახდის თავის არიდების მიზნით, გამოიყენებს მაკომპენსირებელ დანადგარს. შევადარეთ ზარალის კომპენსაციისათვის აღებულ ორგანიზაციულ-სამართლებრივ მიმართულებას.

ჩატარებული გაანგარიშებით ჩანს, რომ გადაცემის საწარმოსათვის უმჯობესია, გამანაწილებელი საწარმო მაკომპენსირებელ დანადგარებს გამოიყენებდეს, რადგან ამ შემთხვევაში მისი შემოსავალი, გადაცემულ ელექტროენერგიაზე მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გამოყენებით მიღებულ შემოსავალთან შედარებით 56 523 ლარით მეტია. მიუხედავად ამისა არსებულ გადაცემის ტარიფზე მაკორექტირებელი კოეფიციენტის შემოღება აუცილებელია, რაც მომხმარებელს სტიმულს მისცემს მაკომპენსირებელი დანადგარების გამოიყენებისათვის.

9. წარმოდგენილი მაკორექტირებელი კოეფიციენტის გაანგარიშება არ არის მარტივი საანგარიშოდ, ვინაიდან შედგება რამოდენიმე პარამეტრისგან. შესაძლებელია შეცდომების დაშვება ან/და დაანგარიშება მეტ დროს მოითხოვს. შეთავაზებულია მათემატიკური მოდელი, რომელიც მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს ორგანიზაციებს ამა თუ იმ „პრობლემის“ გადასაწყვეტად. წარმოდგენილია კოეფიციენტის ანგარიშის მათემატიკური მოდელის პროგრამული უზრუნველყოფა.

10. უცილებელია ნორმატიული დოკუმენტის მიღება, რომელიც ასახავს მაკორექტირებელი კოეფიციენტის მნიშვნელობას, რაც, *ერთი მხრივ*, იქნება აქტიური ენერგიის გადაცემისას თანმდევი რეაქტიული ენერგიის გადაცემით გამოწვეული ზარალის საჯარიმო სანქცია, (რომელიც წარმოადგენს დანაკარგებიდან შემოსავალს გადამცემი

საწარმოსათვის) და *მეორე მხრივ*, გამანაწილებელი ქსელისთვის იქნება „მასტიმულირებელი“, რათა ქსელში რეაქტიული სიმძლავრის შემცირების მიზნით, გამანაწილებელმა საწარმომ დააყენოს მომხმარებლებთან მაკომპენსირებელი მოწყობილობა.

ყოველივე წინაპირობაა იმისა, რომ მოხდეს ქსელში რეაქტიული სიმძლავრის რეგულირება, რაც გამოიწვევს ელექტროენერგიის ხარისხის გაუმჯობესებას. რეაქტიული სიმძლავრის რეგულირება კი საშუალებას იძლევა: განიტვირთოს საჰაერო გადაცემის ხაზები, ძალოვანი ტრანსფორმატორები და გამანაწილებელი მოწყობილობები; გაუმჯობესდეს ქსელის ენერგიის ხარისხი; შემცირდეს ელექტროენერგიის ხარჯები და ენერგომოხმარების საერთო დანახარჯები; ჩაირთოს დამატებითი აქტიური დატვირთვა ძალოვანი ტრანსფორმატორის სიმძლავრისა და მკვებავი ქსელის კვეთის გაზრდის გარეშე; გაიზარდოს ელექტრომოწყობილობის მუშაობის ვადა.

სამეცნიერო ნაშრომების სია

№	სამეცნიერო ნაშრომის დასახელება	ნაბეჭდი ან ხელნაწერი	გამომცემლობა, ჟურნალი (ნომერი, წელი) ან საავტორო მოწმობის ნომერი	თანაავტორის გვარი
1	2	3	4	5
1	ელექტრომომმარაგებელ ორგანიზაციასა და ელექტრომომმარებლებს შორის ურთიერთობა რეაქტიული სიმძლავრის (ენერგიის) მოხმარების საკითხებში	ნაბეჭდი	„ენერგია“ სამეცნიერო- ტექნიკური ჟურნალი №2(62), 2012წელი.	ე.ქორქია; ლ.ბოჭორიშვილი
2	მაღალი რიგის ჰარმონიკების ფილტრმაკომპენსირებელ ი მოწყობილობის შერჩევა	ნაბეჭდი	„ენერგია“ სამეცნიერო- ტექნიკური ჟურნალი №2(66), 2013წელი.	-
3	მზის ენერგიის გამოყენების პერსპექტივები სოფლის მეურნეობაში	ნაბეჭდი	„ბიზნეს- ინჟინერინგი“, ჟურნალი №4, 2013წელი	ლ.ბოჭორიშვილი
4	რეაქტიული სიმძლავრის, როგორც თანმდები პროდუქტის ეფექტური გამოყენება	ნაბეჭდი	„ბიზნეს- ინჟინერინგი“, ჟურნალი №1, 2014წელი	ლ.ბოჭორიშვილი
5	რეაქტიული ელექტროენერგიის მოხმარება საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სისტემაში	-	კონფერენცია - „ახალგაზრდა ინჟინერების როლი საქართველოს ენერგეტიკული სექტორის განვითარებაში“, 2014 წელი	-
6	ელექტრულ ქსელებში ელექტროენერგიის აღრიცხვის საფუძვლები	ნაბეჭდი	დამხმარე სახელმძღვანელო, სს „საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემა“, 2014 წელი	ე.ქორქია

Abstract

The given thesis “The Influence of Electric Power Quality and Reactive Power over the Enterprise’s Economic Indicator” is actual, because as we know, one of the most important things for the country economic development and creating normal conditions for population is the producing and customizing the electric power.

It should be considered, that reactive power to the grid significantly determines instability of additional power losses and technical parameters of power (such as: voltage, frequency, capacity). Deterioration of electric power quality and deviate from the norms cause overspending and losses of electrical energy. The increased electrical energy losses decrease hopeful working of Electro machines, causes decomposition of technological processes. In addition, the relationship between electric consumer companies and customers is not an appropriate method of regulation of reactive power consumption. Though, significant changes have been accomplished through new normative documents in accordance with the quality of electric power.

The presented work is related to one of the main important economical problems. In particular, the issue is about the integration of Georgian electric power sector to the regional market, which implies advance development of energy, extension of energy export and import, for that it is necessary to form an effective and reliable electric system and relation to the neighboring country’s electric system. As we know, there are ordered management issues of reactive power and electric power quality in many developed countries, for that reason and for the integration to the world economy, Georgia has to sort out this problem, and become real ally of electrical energy export-import, that demands also ordered management of reactive power and permanent observation.

Since, the management and order of reactive power is the one of the main problem, for that reason we discuss the relation between transmission network operator and distribution network operator. Reactive power is considered as an accompanying product of active power and we determined an estimation of compensation reactive power economic effect, by utilization of compensated technique and establishment of tariff adjustment coefficients, as power transmission is accompanied by active power losses and additional income received through the tariff adjustment coefficients is considered as income from losses.

In recent years, the electrical system accounting methods have been modernized due to structural reforms and rehabilitation projects in electric system now all electric

power technical parameters are represented among the reactive power. The introduction of “Alfa Centre” in electric system is one of the most important events, which gives us the opportunity to measure network parameters (voltage, frequency, capacity) maximum accuracy automatically, also account consumption and consumed energy as active as reactive energy is available in the country.

Thus at this stage the possibility of a technical and organizational basis have been formed to regulate power quality management, accounting and to create reactive power regulation system. The thesis studied and proved the importance of the formation of a mechanism systematic accounting and the main consumers of reactive power, as well as reactive power generated by the transfer of economic losses. In order to determine the transmission tariff, there are discussed and suggested corrective coefficient in this thesis.

We investigated the issue of the attitude of Europe and the Commonwealth of Independent States and in the shape of Georgia’s conditions we presented analysis for the electro power transmission and distribution companies according to seasonal months of 2012 (for full annual image) and also according to November-December -January months of 2013-2014 years, basis of this we formulated adjustment coefficients, that influence transmission tariff on the critical points of the network, where the power ratio is higher than the permissible limit.

Here is presented not only analysis of adjustment coefficients, but also how to integrate them with modern technologies, by the creation of mathematic models and utilization of computer programs, which automatically, precisely and easily calculate them.

Thus our diploma thesis has the greatest value not only for a specific enterprise or economy of an organization, but also for the country.